



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 102 31 350 A1 2004.01.29

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 31 350.4

(22) Anmeldetag: 11.07.2002

(43) Offenlegungstag: 29.01.2004

(51) Int Cl.7: F16H 3/66

(71) Anmelder:  
ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046  
Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:  
Gumpoltsberger, Gerhard, Dipl.-Ing., 88045  
Friedrichshafen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

DE 199 49 507 A1

DE 199 12 480 A1

US 61 39 463 A

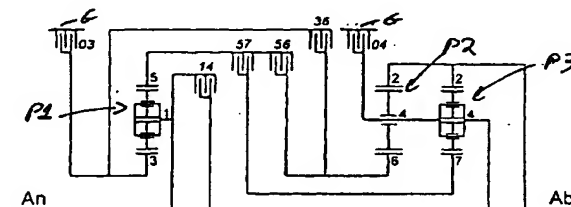
EP 04 34 525 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Mehrstufengetriebe**

(57) Zusammenfassung: Das Mehrstufengetriebe umfasst eine Antriebswelle (1) und eine Abtriebswelle (2), welche in einem Gehäuse angeordnet sind, drei Einsteg-Planetensätze (P1, P2, P3), sieben drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) sowie sechs Schaltelemente (03, 04, 14, 36, 56, 57), umfassend Bremsen und Kupplungen, deren selektives Eingreifen acht Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge realisiert, wobei der Antrieb durch eine Welle (1) erfolgt, welche ständig mit dem Steg des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist, der Abtrieb über eine Welle (2) erfolgt, welche mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Hohlrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden ist, eine Welle (3) ständig mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist, eine Welle (4) mit dem Steg des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbunden ist, eine Welle (5) ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist, eine Welle (6) ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist, eine Welle (7) ständig mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden ist, und wobei die Planetensätze (P1, P2, P3) mit Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) und Schaltelementen (03, 04, 14, 36, 56, 57) gekoppelt sind.



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere ein Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Automatgetriebe, insbesondere für Kraftfahrzeuge, umfassen nach dem Stand der Technik Planetensätze, die mittels Reibungs- bzw. Schaltelementen wie etwa Kupplungen und Bremsen geschaltet werden und üblicherweise mit einem einer Schlupfwirkung unterliegenden und wahlweise mit einer Überbrückungskupplung versehenen Anfahrlement wie etwa einem hydrodynamischen Drehmomentwandler oder einer Strömungskupplung verbunden sind.

## Stand der Technik

[0003] Ein derartiges Getriebe geht aus der EP 0 434 525 A1 hervor. Es umfasst im wesentlichen eine Antriebswelle und eine Abtriebswelle, die parallel zueinander angeordnet sind, einen konzentrisch zur Abtriebswelle angeordneten Doppelplanetenradsatz und fünf Schaltelemente in der Form von drei Kupplungen und zwei Bremsen, deren wahlweise Sperrung jeweils paarweise die verschiedenen Gangübersetzungen zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle bestimmt. Hierbei weist das Getriebe einen Vorschaltzradsatz und zwei Leistungswege auf, so dass durch das selektive paarweise Eingreifen der fünf Schaltelemente sechs Vorwärtsgänge erzielt werden.

[0004] Hierbei werden bei dem ersten Leistungsweg zwei Kupplungen zur Übertragung des Drehmomentes vom Vorschaltzradsatz zu zwei Elementen des Doppelplanetenradsatzes benötigt. Diese sind in Kraftflussrichtung im wesentlichen hinter dem Vorschaltzradsatz in Richtung Doppelplanetenradsatz angeordnet. Bei dem zweiten Leistungsweg ist eine weitere Kupplung vorgesehen, die diesen mit einem weiteren Element des Doppelplanetenradsatzes lösbar verbindet. Hierbei sind die Kupplungen derart angeordnet, dass der Innenlammellenträger den Abtrieb bildet.

[0005] Des weiteren ist aus der Druckschrift US 6,139,463 ein kompaktes Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere für ein Kraftfahrzeug bekannt, welches zwei Planetenradsätze und einen Vorschaltzradsatz sowie drei Kupplungen und zwei Bremsen aufweist. Bei diesem bekannten Mehrstufengetriebe sind bei einem ersten Leistungsweg zwei Kupplungen C-1 und C-3 zum Übertragen des Drehmomentes vom Vorschaltzradsatz zu den beiden Planetenradsätzen vorgesehen. Hierbei ist der Außenlammellenträger bzw. die Zylinder- bzw. Kolben- und Druckausgleichsseite der Kupplung C-3 mit einer ersten Bremse B-1 verbunden. Zudem ist der Innenlammellenträger der dritten Kupplung C-3 mit der Zylinder- bzw. Kolben- und Druckausgleichsseite der ers-

ten Kupplung C-1 verbunden, wobei der Innenlammellenträger der ersten Kupplung C-1 abtriebsseitig angeordnet ist und mit einem Sonnenrad des dritten Planetenradsatzes verbunden ist.

[0006] Des weiteren ist aus der DE 199 49 507 A1 der Anmelderin ein Mehrstufengetriebe bekannt, bei dem an der Antriebswelle zwei nicht schaltbare Vorschaltzradsätze vorgesehen sind, die ausgangseitig zwei Drehzahlen erzeugen, die neben der Drehzahl der Antriebswelle wahlweise auf einen auf die Abtriebswelle wirkenden, schaltbaren Doppelplanetenradsatz durch selektives Schließen der verwendeten Schaltelemente derart schaltbar sind, dass zum Umschalten von einem Gang in den jeweils nächst folgenden höheren oder niedrigeren Gang von den beiden gerade betätigten Schaltelementen jeweils nur ein Schaltelement zu- oder abgeschaltet werden muss.

[0007] Des weiteren ist aus der DE 199 12 480 A1 ein automatisch schaltbares Kraftfahrzeuggetriebe mit drei Einsteg-Planetensätzen sowie drei Bremsen und zwei Kupplungen zum Schalten von sechs Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang und mit einer Antriebs- sowie einer Abtriebswelle bekannt. Das automatisch schaltbare Kraftfahrzeuggetriebe ist derart ausgebildet, dass die Antriebswelle direkt mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes verbunden ist und dass die Antriebswelle über die erste Kupplung mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes und/oder über die zweite Kupplung mit dem Steg des ersten Planetensatzes verbindbar ist. Zusätzlich oder alternativ ist das Sonnenrad des ersten Planetensatzes über die erste Bremse mit dem Gehäuse des Getriebes und/oder der Steg des ersten Planetensatzes über die zweite Bremse mit dem Gehäuse und/oder dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes über die dritte Bremse mit dem Gehäuse verbindbar.

## Aufgabenstellung

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mehrstufengetriebe der eingangs genannten Art vorzuschlagen, bei dem der Bauaufwand optimiert wird und zudem der Wirkungsgrad in den Hauptfahrgängen hinsichtlich der Schlepp- und Verzahnungsverluste verbessert wird. Zudem sollen bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe geringe Momente auf die Schaltelemente und Planetensätze wirken sowie die Drehzahlen der Wellen, Schaltelemente und Planetensätze möglichst gering gehalten werden. Des weiteren soll die Anzahl der Gänge sowie die Getriebespreizung erhöht werden.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0010] Demnach wird ein erfindungsgemäßes Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise vorgeschlagen, welches eine Antriebswelle und eine Abtriebswelle aufweist, welche in einem Gehäuse ange-

ordnet sind. Des weiteren sind mindestens drei Einstegplanetensätze, mindestens sieben drehbare Wellen sowie zumindest sechs Schaltelemente, umfassend Bremsen und Kupplungen, vorgesehen, deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle bewirkt, sodass vorzugsweise acht Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge realisierbar sind.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist bei dem Mehrstufenschaltgetriebe vorgesehen, dass der Antrieb durch eine Welle erfolgt, welche ständig mit einem Element des ersten Planetensatzes verbunden ist und dass der Abtrieb über eine Welle erfolgt, welche mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes und dem Hohlrad des dritten Planetensatzes verbunden ist. Des weiteren ist bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe vorgesehen, dass eine dritte Welle ständig mit einem weiteren Element des ersten Planetensatzes verbunden ist, dass eine vierte Welle ständig mit dem Steg des zweiten Planetensatzes und dem Steg des dritten Planetensatzes verbunden ist, dass eine fünfte Welle ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes verbunden ist, dass eine sechste Welle ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes verbunden ist und dass eine weitere, siebte Welle ständig mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes verbunden ist, wobei die Planetensätze mit Wellen und Schaltelementen gekoppelt sind.

[0012] Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform ist die Antriebswelle mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes und die dritte Welle mit dessen Steg verbunden, wobei eine weitere Ausführungsform eine Vertauschung dieser Bindungen vorsieht, so dass die Antriebswelle mit dem Steg des ersten Planetensatzes und die dritte Welle mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes verbunden ist.

[0013] Gemäß der Erfindung sind der erste und der dritte Planetensatz als Plus-Planetensätze ausgebildet; der zweite Planetensatz ist ein Minus-Planetensatz.

[0014] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Mehrstufengetriebes ergeben sich geeignete Übersetzungen sowie eine erhebliche Erhöhung der Gesamtspreizung des Mehrstufengetriebes, wodurch eine Verbesserung des Fahrkomforts und eine signifikante Verbrauchsabsenkung bewirkt werden.

[0015] Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe eignet sich für jedes Kraftfahrzeug, insbesondere für Personenkraftfahrzeuge und für Nutzkraftfahrzeuge, wie z. B. Lastkraftwagen, Busse, Baufahrzeuge, Schienenfahrzeuge, Gleiskettenfahrzeuge und dergleichen.

[0016] Darüber hinaus wird mit dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe durch eine geringe Anzahl an Schaltelementen, vorzugsweise vier Kupplungen und zwei Bremsen, der Bauaufwand erheblich reduziert. In vorteilhafter Weise ist es mit dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe möglich, ein

Anfahren mit einem hydraulischen Wandler, einer externen Anfahrkupplung oder auch mit sonstigen geeigneten externen Anfahrerelementen durchzuführen. Es ist auch denkbar, einen Anfahrvorgang mit einem im Getriebe integrierten Anfahrerelement zu ermöglichen. Vorzugsweise eignet sich ein Schaltelement, welches im ersten Gang und in den Rückwärtsgängen betätigt wird.

[0017] Darüber hinaus ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe ein guter Wirkungsgrad in den Hauptfahrgängen bezüglich der Schlepp- und Verzahnungsverluste.

[0018] Des weiteren liegen geringe Momente in den Schaltelementen und in den Planetensätzen des Mehrstufengetriebes vor, wodurch der Verschleiß bei dem Mehrstufengetriebe in vorteilhafter Weise reduziert wird. Ferner wird durch die geringen Momente eine entsprechend geringe Dimensionierung ermöglicht, wodurch der benötigte Bauraum und die entsprechenden Kosten reduziert werden. Darüber hinaus liegen auch geringe Drehzahlen bei den Wellen, den Schaltelementen und den Planetensätzen vor.

[0019] Außerdem ist das erfindungsgemäße Getriebe derart konzipiert, dass eine Anpassbarkeit an unterschiedliche Triebstrangausgestaltungen sowohl in Kraftflussrichtung als auch in räumlicher Hinsicht ermöglicht wird.

#### Ausführungsbeispiel

[0020] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert.

[0021] In diesen stellen dar:

[0022] **Fig. 1** eine schematische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes;

[0023] **Fig. 2** eine schematische Ansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes und

[0024] **Fig. 3** ein Schaltschema für das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe gemäß **Fig. 1** und **Fig. 2**.

[0025] In **Fig. 1** ist das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe mit einer Antriebswelle 1 (An) und einer Abtriebswelle 2 (Ab) dargestellt, welche in einem Gehäuse G angeordnet sind. Es sind drei Einsteg-Planetensätze P1, P2, P3 vorgesehen. Hierbei sind der erste Planetensatz P1 und der dritte Planetensatz P3 als Plus-Planetensätze ausgebildet; der zweite Planetensatz P2 ist gemäß der Erfindung als Minus-Planetensatz ausgebildet. Es ist auch möglich, dass der zweite Planetensatz P2 und der dritte Planetensatz P3 als Ravigneaux-Planetensatz mit einem gemeinsamen Steg und einem gemeinsamen Hohlrad zusammengefasst sind.

[0026] Wie aus den **Fig. 1** und **2** ersichtlich, sind lediglich sechs Schaltelemente, nämlich zwei Bremsen 03, 04 und vier Kupplungen 14, 36, 56 und 57 vorgesehen.

[0027] Mit den Schaltelementen ist ein selektives

Schalten von acht Vorwärtsgängen und zwei Rückwärtsgängen realisierbar. Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe weist insgesamt sieben drehbare Wellen auf, nämlich die Wellen 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7.

[0028] Erfindungsgemäß ist bei dem Mehrstufengetriebe gemäß Fig. 1 vorgesehen, dass der Antrieb durch die Welle 1 erfolgt, welche ständig mit dem Steg des ersten Planetensatzes P1 verbunden ist. Der Abtrieb erfolgt über die Welle 2, welche ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes P2 und dem Hohlrad des dritten Planetensatzes P3 verbunden ist. Des weiteren ist die Welle 3 ständig mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes P1 verbunden und die Welle 4 ist ständig mit dem Steg des zweiten Planetensatzes P2 und dem Steg des dritten Planetensatzes P3 verbunden. Darüber hinaus ist die Welle 5 ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes P1 verbunden. Die weitere drehbare Welle 6 ist erfindungsgemäß ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes P2 und die Welle 7 mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes P3 verbunden.

[0029] Bei dem erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebe ist die Welle 3 durch die Bremse 03 und die Welle 4 durch die Bremse 04 an das Gehäuse G ankoppelbar. Die Kupplung 14 verbindet die Welle 1 und die Welle 4 lösbar miteinander; die Welle 3 und die Welle 6 sind über die Kupplung 36 lösbar miteinander verbunden. Des weiteren verbindet die Kupplung 56 die Wellen 5 und 6 und die Kupplung 57 die Wellen 5 und 7 lösbar miteinander.

[0030] In Fig. 2 ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes gezeigt. Der Unterschied zu der Ausführungsform gemäß Fig. 1 besteht darin, dass die Antriebswelle 1 mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes P1 verbunden ist und dass die Welle 3 mit dem Steg des ersten Planetensatzes P1 verbunden ist.

[0031] In Fig. 3 ist ein Schaltschema des erfindungsgemäßen Mehrstufengetriebes gemäß den Fig. 1 und 2 dargestellt. Dem Schaltschema können die jeweiligen Übersetzungen  $i$  der einzelnen Gangstufen und die daraus zu bestimmenden Stufensprünge  $\phi$  beispielhaft entnommen werden. Des weiteren kann dem Schaltschema entnommen werden, dass bei sequentieller Schaltweise Doppelschaltungen vermieden werden, da zwei benachbarte Gangstufen jeweils zwei Schaltelemente gemeinsam benutzen.

[0032] Für die ersten sieben Vorwärtsgänge ist die Kupplung 57 ständig geschlossen. Zusätzlich werden für den ersten Gang die Bremse 04 und die Kupplung 36, für den zweiten Gang die Bremsen 03 und 04, für den dritten Gang die Bremse 03 und die Kupplung 36, für den vierten Gang die Bremse 03 und die Kupplung 56, für den fünften Gang die Bremse 03 und die Kupplung 14, für den sechsten Gang die Kupplungen 14 und 56 und für den siebten Gang die Bremse 03 und die Kupplung 14 aktiviert. Für den achten Gang werden die Bremse 03 und die Kupp-

lungen 14 und 36 geschlossen. Der erste Rückwärtsgang R1 erfordert die Schaltelemente 03, 04 und 56; für den zweiten Rückwärtsgang R2 sind die Schaltelemente 04, 36 und 56 aktiviert.

[0033] Gemäß der Erfindung ist es möglich, an jeder geeigneten Stelle des Mehrstufengetriebes zusätzliche Freiläufe vorzusehen, beispielsweise zwischen einer Welle und dem Gehäuse oder um zwei Wellen gegebenenfalls zu verbinden.

[0034] Zudem ist es durch die erfindungsgemäße Bauweise möglich, Antrieb und Abtrieb vorzugsweise für Quer-, Front-Längs-, Heck-Längs- oder Allradanordnungen auf der gleichen Seite des Getriebes bzw. des Gehäuses anzuordnen. Ruf der Antriebsseite oder auf der Abtriebsseite können zudem ein Achsdifferential und/oder ein Verteilerdifferential angeordnet werden.

[0035] Im Rahmen einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Antriebswelle 1 durch ein Kupplungselement von einem Antriebs-Motor nach Bedarf getrennt werden, wobei als Kupplungselement ein hydrodynamischer Wandler, eine hydraulische Kupplung, eine trockene Anfahrkupplung, eine nasse Anfahrkupplung, eine Magnetpulverkupplung oder eine Fliehkraftkupplung einsetzbar sind. Es ist auch möglich, ein derartiges Anfahrelement in Kraftflussrichtung hinter dem Getriebe anzuordnen, wobei in diesem Fall die Antriebswelle 1 ständig mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist. Das Anfahren kann gemäß der Erfindung auch mittels eines Schaltelements des Getriebes erfolgen. Bevorzugt kann als Anfahrelement die Bremse 04, die sowohl im ersten Vorwärtsgang als auch im ersten Rückwärtsgang aktiviert ist, verwendet werden.

[0036] Das erfindungsgemäße Mehrstufengetriebe ermöglicht außerdem die Anordnung eines Torsionsschwingungsdämpfers zwischen Motor und Getriebe.

[0037] Im Rahmen einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung kann auf jeder Welle, bevorzugt auf der Antriebswelle 1 oder der Abtriebswelle 2, eine verschleißfreie Bremse, wie z. B. ein hydraulischer oder elektrischer Retarder oder dergleichen, angeordnet sein, welches insbesondere für den Einsatz in Nutzkraftfahrzeugen von besonderer Bedeutung ist. Des weiteren kann zum Antrieb von zusätzlichen Aggregaten auf jeder Welle, bevorzugt auf der Antriebswelle 1 oder der Abtriebswelle 2, ein Nebenabtrieb vorgesehen sein.

[0038] Die eingesetzten Schaltelemente können als lastschaltende Kupplungen oder Bremsen ausgebildet sein. Insbesondere können kraftschlüssige Kupplungen oder Bremsen, wie z. B. Lamellenkupplungen, Bandbremsen und/oder Konuskupplungen, verwendet werden. Des weiteren können als Schaltelemente auch formschlüssige Bremsen und/oder Kupplungen, wie z. B. Synchronisierungen oder Klauenkupplungen eingesetzt werden.

[0039] Ein weiterer Vorteil des hier vorgestellten Mehrstufengetriebes besteht darin, dass auf jeder Welle als Generator und/oder als zusätzliche An-

triebsmaschine eine elektrische Maschine anbringbar ist.

[0040] Die funktionalen Merkmale der Ansprüche können konstruktiv auf verschiedenartigste Weise ausgebildet sein. Der Einfachheit halber sind diese konstruktiven Ausbildungsmöglichkeiten nicht explizit beschrieben. Selbstverständlich fällt jedoch jede konstruktive Ausbildung der Erfindung, insbesondere jede räumliche Anordnung der Planetensätze und der Schaltelemente an sich sowie zueinander und soweit technisch sinnvoll, unter den Schutzbereich der Ansprüche.

#### Bezugszeichenliste

1	Welle
2	Welle
3	Welle
4	Welle
5	Welle
6	Welle
7	Welle
03	Bremse
04	Bremse
14	Kupplung
36	Kupplung
56	Kupplung
57	Kupplung
P1	Planetensatz
P2	Planetensatz
P3	Planetensatz
An	Antrieb
Ab	Abtrieb
I	Übersetzung
$\phi$	Stufensprung
G	Gehäuse

#### Patentansprüche

1. Mehrstufengetriebe in Planetenbauweise, insbesondere ein Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Antriebswelle (1) und eine Abtriebswelle (2), welche in einem Gehäuse (G) angeordnet sind, drei Einsteg-Planetensätze (P1, P2, P3), mindestens sieben drehbare Wellen (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) sowie mindestens sechs Schaltelemente (03, 04, 14, 36, 56, 57), umfassend Bremsen und Kupplungen, deren selektives Eingreifen verschiedene Übersetzungsverhältnisse zwischen der Antriebswelle (1) und der Abtriebswelle (2) bewirkt, sodass acht Vorwärtsgänge und zwei Rückwärtsgänge realisierbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb durch eine Welle (1) erfolgt, welche ständig mit einem Element des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist, dass der Abtrieb über eine Welle (2) erfolgt, welche ständig mit dem Hohlrad des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Hohlrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden ist, dass eine Welle (3) ständig mit einem weiteren Element des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist, dass eine Welle (4) stän-

dig mit dem Steg des zweiten Planetensatzes (P2) und dem Steg des dritten Planetensatzes (P3) verbunden ist, dass eine Welle (5) ständig mit dem Hohlrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist, dass eine Welle (6) ständig mit dem Sonnenrad des zweiten Planetensatzes (P2) verbunden ist, dass eine Welle (7) ständig mit dem Sonnenrad des dritten Planetensatzes (P3) verbunden ist, wobei die Welle (3) durch eine Bremse (03) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, die Welle (4) durch eine Bremse (04) an das Gehäuse (G) ankoppelbar ist, eine Kupplung (14) die Welle (1) und die Welle (4) lösbar miteinander verbindet, eine Kupplung (36) die Welle (3) und die Welle (6) lösbar miteinander verbindet, eine Kupplung (56) die Welle (5) und die Welle (6) lösbar miteinander verbindet und wobei eine Kupplung (57) die Welle (5) und die Welle (7) lösbar miteinander verbindet.

2. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (1) ständig mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist und dass die Welle (3) ständig mit dem Steg des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist.

3. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (1) ständig mit dem Steg des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist und dass die Welle (3) ständig mit dem Sonnenrad des ersten Planetensatzes (P1) verbunden ist.

4. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Planetensatz (P1) und der dritte Planetensatz (P3) als Plus-Planetensätze ausgebildet sind und dass der zweite Planetensatz (P2) als Minus-Planetensatz ausgebildet ist.

5. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Planetensatz (P2) und der dritte Planetensatz (P3) als Ravigneaux-Planetensatz mit einem gemeinsamen Steg und einem gemeinsamen Hohlrad zusammengefasst sind.

6. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, jeder geeigneten Stelle zusätzliche Freiläufe einsetzbar sind.

7. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Freiläufe zwischen den Wellen (1, 3, 4, 5, 6, 7) und dem Gehäuse (G) vorgesehen sind.

8. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Antrieb und Abtrieb auf der gleichen Seite des Gehäuses vorgesehen sind.

9. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Achs- und/oder ein Verteilerdifferential auf der Antriebsseite oder der Abtriebsseite angeordnet ist.

10. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebswelle (1) durch ein Kupplungselement von einem Antriebs-Motor trennbar ist.

11. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Kupplungselement ein hydrodynamischer Wandler, eine hydraulische Kupplung, eine trockene Anfahrkupplung, eine nasse Anfahrkupplung, eine Magnetpulverkupplung oder eine Fliehkraftkupplung vorgesehen ist.

12. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Kraftflussrichtung hinter dem Getriebe ein externes Anfaherelement, insbesondere nach Anspruch 11, anordbar ist, wobei die Antriebswelle (1) fest mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist.

13. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anfahren mittels eines Schaltelements des Getriebes erfolgt, wobei die Antriebswelle (1) ständig mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist.

14. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass als Schaltelement die Bremse (04) einsetzbar ist.

15. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Motor und Getriebe ein Torsionsschwingungsdämpfer anordbar ist.

16. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf jeder Welle eine verschleißfreie Bremse anordbar ist.

17. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Antrieb von zusätzlichen Aggregaten auf jeder Welle ein Nebenabtrieb anordbar ist.

18. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Nebenabtrieb auf der Antriebswelle (1) oder der Abtriebswelle (2) anordbar ist.

19. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltelemente als lastschaltende Kupplungen oder Bremsen ausgebildet sind.

20. Mehrstufengetriebe nach Anspruch 19, da-

durch gekennzeichnet, dass Lamellenkupplungen, Bandbremsen und/oder Konuskupplungen einsetzbar sind.

21. Mehrstufengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass als Schaltelemente formschlüssige Bremsen und/oder Kupplungen vorgesehen sind.

22. Mehrstufengetriebe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf jeder Welle als Generator und/oder als zusätzliche Antriebsmaschine eine elektrische Maschine anbringbar ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

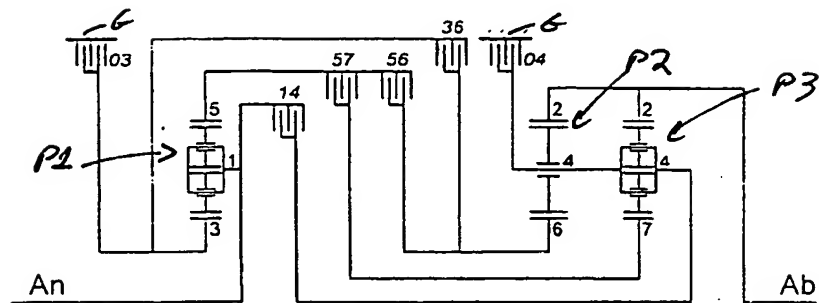


FIG. 1

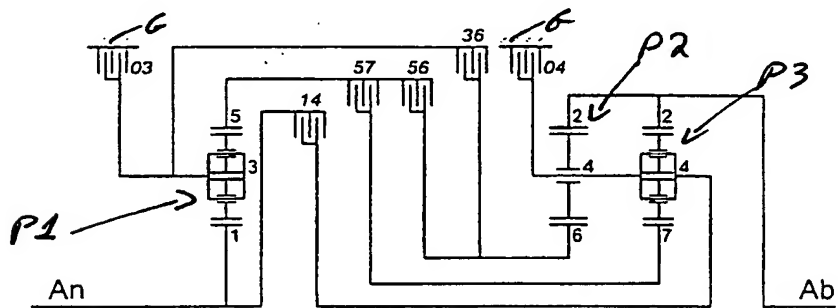


FIG. 2

Gang :	03	04	14	36	56	57	i	$\varphi$
1		•		•		•	5,66	1,53
2	•	•				•	3,70	1,57
3	•			•		•	2,36	1,31
4	•				•	•	1,81	1,41
5	•		•			•	1,28	1,28
6			•		•	•	1,00	1,18
7	•		•			•	0,84	1,19
8	•		•	•			0,71	0,77
R1	•	•			•		-4,38	0,43
R2		•		•	•		-2,42	7,99

FIG. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[001]

## MULTI-STAGE TRANSMISSION

[002]

English Translation of DE 102 31 350

[003]

[004] According to the preamble of claim 1, this invention relates to a multi-stage transmission in planetary design, particularly an automatic transmission for a motor vehicle.

[005]

[006] The prior art for automatic transmissions, particularly for motor vehicles, comprise planetary gear sets switched by means of friction and shifting elements, such as clutches and brakes and are usually connected with a starting element subject to slip action, like a hydrodynamic torque converter or a fluid clutch, and are optionally provided with a lock-up clutch.

[007] A transmission of that kind results from EP 0 434 525 A1. It essentially comprises one input shaft and one output shaft disposed in parallel, one double planetary gear set situated concentrically with the output shaft and five shifting elements in the form of three clutches and two brakes; the optional locking of which in pairs determines the different gear ratios between the input shaft and the output shaft. The transmission has one front-mounted gear set and two power paths so that by selective engagement in pairs of the five shifting elements six forward gears are obtained.

[008] Two clutches are used in the first power path for transmitting the torque from front-mounted gear set to two elements of the double planetary gear set. These are disposed in power flow direction essentially behind the front-mounted gear set in the direction of the double planetary gear set. In the second power path, another clutch is provided which detachably connects it with another element of the double planetary gear set. The clutches are here disposed so that the internal disc carrier forms the output.

[009] From the published US 6,139,463, a multi-stage transmission in planetary design is also known, especially for motor vehicles, which has two planetary gear sets and one front-mounted gear set and three clutches and two brakes. In this

known multi-stage transmission, two clutches C-1 and C-3 are provided in a first power path for transmitting the torque from the front-mounted gear set to the two planetary gear sets. The external disc carrier or the cylinder or piston and pressure compensation side of the clutch C-3 is connected with one first brake B-1. Besides, the internal disc carrier of the third clutch C-3 is connected with the cylinder or piston and pressure compensation side of the first clutch C-1, the internal disc carrier of the first clutch C-1 being situated on the output side and connected with a sun gear of the third planetary gear set.

[010] The Applicant's DE 199 49 507 A1, in addition, discloses a multi-stage transmission where two non-switchable, front-mounted gear sets are provided on input shaft which produce two rotational speeds on the output side, and together with the rotational speed of the input shaft can optionally be switched by selective closing of the shifting elements used to a switchable double planetary gear set acting upon the output shaft in a manner such that for changing from one gear to the respective next following higher or lower gear of the two precisely actuated shifting elements, only one shifting element has to be engaged or disengaged.

[011] DE 199 12 480 A1 further discloses an automatically switchable motor vehicle transmission having three single-web planetary gear sets, the same as three brakes and two clutches, for switching six forward gears and one reverse gear and having one input shaft, the same as one output shaft. The automatically switchable motor vehicle transmission is designed so that the input shaft is directly connected with the sun gear of the second planetary gear set and that the input shaft can be connected via the first clutch with the sun gear of the first planetary gear set and/or via the second clutch with the web of the first planetary gear set. Additionally or alternatively, the sun gear of the first planetary gear set can be connected via the first brake with the housing and/or the sun gear of the third planetary gear set via the third brake with the housing.

[012] The problem on which this invention is based is to produce a multi-stage transmission of the above mentioned kind in which the construction cost is optimized and, in addition, the efficiency degree in the main drive gears is improved with regard to towing and gearing losses. Besides, in the inventive multi-

stage transmission light torques are to act upon the shifting elements and planetary gear sets and the rotational speeds of the shafts, shifting elements and planetary gear sets are to be kept as low as possible. In addition, the number of gears and the thrust of the transmission are increased.

[013] This problem is inventively solved by the features of claim 1. Other advantages and advantageous developments result from the sub-claims.

[014]

[015] An inventive multi-stage transmission is accordingly proposed which has one input shaft and one output shaft located in one housing. Moreover, at least three single-web planetary gear sets, at least seven rotatable shafts and at least six shifting elements, including brakes and clutches, are provided whose selective engagement produces different reduction ratios between the input shaft and the output shaft so that chiefly eight forward gears and two reverse gears can be implemented.

[016] According to this invention in the multi-stage transmission, it is provided that the input results by one shaft permanently connected with one element of the first planetary gear set and that the output results via one shaft connected with the ring gear of the second planetary gear set and the ring gear of the third planetary gear set. It is further provided in the inventive multi-stage transmission that a third shaft be permanently connected with another element of the first planetary gear set; that a fourth shaft be permanently connected with the web of the second planetary gear set and the web of the third planetary gear set; that a fifth shaft be permanently connected with the ring gear of the first planetary gear set; that a sixth shaft be permanently connected with the sun gear of the second planetary gear set and that one other seventh shaft be connected with the sun gear of the third planetary gear set; the planetary gear sets being coupled with shafts and shifting elements.

[017] Within the scope of a preferred embodiment, the input shaft is connected with the sun gear of the first planetary gear set and the third shaft with the web thereof one other embodiment providing an exchange of said connections so that

the input shaft be connected with the web of the first planetary gear set and the third shaft with the sun gear of the first planetary gear set.

[018] According to the invention, the first and the third planetary gear sets are designed as plus planetary gear sets; the second planetary gear set as minus planetary gear set.

[019] By the inventive configuration of the multi-stage transmission, adequate ratios result, the same as a considerable increase of the total thrust of the multi-stage transmission whereby an improvement in driving comfort and a significant reduction of consumption are produced.

[020] The inventive multi-stage transmission is suited to every motor vehicle, especially passenger motor vehicles, and for commercial motor vehicles, such as trucks, autobuses, construction vehicles, rail vehicles, caterpillar vehicles and the like.

[021] With the inventive multi-stage transmission, the small number of shifting elements, preferably four clutches and two brakes, reduce the construction cost. It is advantageously possible with the inventive multi-stage transmission to start off with a hydrodynamic converter, an external starting clutch or any other adequate external starting element. It is also conceivable to make a starting operation with a starting element integrated in the transmission possible. Preferably suitable is a shifting element actuated in the first gear and in the reverse gear.

[022] In the inventive multi-stage transmission, there additionally results a good efficiency degree in the main drive gears relative to towing and gearing losses.

[023] In addition, light torques abut in the shifting elements and in the planetary gear sets of the multi-stage transmission whereby wear is advantageously reduced in the multi-stage transmission. Furthermore, due to the light torques, a correspondingly small dimension is possible whereby the needed installation space and attendant costs are reduced. Besides, the rotational speeds in the shafts, the shifting elements and the planetary gear sets are also low.

[024] The inventive transmission is also produced so that an adaptability to different drive line shapes is made possible both in power flow direction and with regard to space.

[025]

[026] The invention is as example described in detail herebelow with reference to the drawings. The drawings show:

[027] Fig. 1 is a diagrammatic view of a preferred embodiment of an inventive multi-stage transmission;

[028] Fig. 2 is a diagrammatic view of another preferred embodiment of an inventive multi-stage transmission; and

[029] Fig. 3 is a circuit diagram for the inventive multi-stage transmission according to Fig. 1 and Fig. 2.

[030]

[031] In Fig. 1 is shown the inventive multi-stage transmission with one input shaft 1 (An) and one output shaft 2 (Ab) located in one housing G. Three single-web planetary gear sets P1, P2, P3 are provided. The first planetary gear set P1 and the third planetary gear set P3 are here designed as plus planetary gear sets; the second planetary gear set P2 is designed as minus planetary gear set. It is also possible that the second planetary gear set P2 and the third planetary gear set P3 are combined as Ravigneaux planetary gear sets with one common web and one common ring gear.

[032] As can be seen from Figs. 1 and 2, only six shifting elements, namely, two brakes 03, 04 and four clutches 14, 36, 56 and 57, are provided.

[033] With the shifting elements can be implemented eight forward gears and two reverse gears. The inventive multi-stage transmission has altogether seven rotatable shafts, namely, the shafts 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7.

[034] According to the invention, in the multi-stage transmission of Fig. 1 is provided that the input results by the shaft 1 permanently connected with the web of the first planetary gear set P1. The output results via the shaft 2 permanently connected with the ring gear of the second planetary gear set P2 and the ring gear of the third planetary gear set P3. Moreover, the shaft 3 is permanently connected with the sun gear of the first planetary gear set P1 and the shaft 4 is permanently connected with the web of the second planetary gear set P2 and the web of the

third planetary gear set P3. In addition, the shaft 5 is permanently connected with the ring gear of the first planetary gear set P1. The other rotatable shaft 6 is inventively permanently connected with the sun gear of the second planetary gear set P2 and the shaft 7 with the sun gear of the third planetary gear set P3.

[035] In the inventive multi-stage transmission, the shaft 3 by the brake 03 and the shaft 4 by the brake 04 are attachable to the housing G. The clutch 14 detachably interconnects the shaft 1 and the shaft 4; the shaft 3 and the shaft 6 are detachably interconnected via the clutch 36. In addition, the shafts 5 and 6 and the shafts 5 and 7 are detachably interconnected respectively by the clutches 56 and 57.

[036] In Fig. 2 is shown one other embodiment of the inventive multi-stage transmission. The difference from the embodiment according to Fig. 1 is that the input shaft is connected with the sun gear of the first planetary gear set P1 and that the shaft 3 is connected with the web of the first planetary gear set P1.

[037] In Fig. 3 is shown a circuit diagram of the inventive multi-stage transmission according to Figs. 1 and 2. From the circuit diagram can be deduced, by way of example, the respective ratios  $i$  of the individual gear steps and the ratio ranges  $\phi$  to be determined therefrom. It can further be inferred from the circuit diagram that in sequential switching mode double gear shifts are prevented since two adjacent gear steps respectively use two shifting elements in common.

[038] The clutch 57 is always closed for the first seven forward gears. In addition, the brake 04 and the clutch 36 for the first gear are activated; the brakes 03 and 04 for the second gear; the brake 03 and the clutch 36 for the third gear; the brake 03 and the clutch 56 for the fourth gear; the brake 03 and the clutch 14 for the fifth gear; the clutches 14 and 56 for the sixth gear and the brake 03 and the clutch 14 for the seventh gear. For the eighth gear the brake 03 and the clutches 14 and 36 are closed. The first reverse gear R1 requires the shifting elements 03, 04 and 56; for the second reverse gear R2 the shifting elements 04, 36 and 56 are activated.

[039] According to the invention, it is possible to provide free wheels on each adequate place of the multi-stage transmission, for example, between one shaft and the housing or, if that is the case, to connect two shafts.

- [040] Furthermore, the inventive design makes it possible to place on the same side of the transmission or of the housing input and output for transverse, front-longitudinal, rear-longitudinal, or all-wheel systems. On the input side or on the output side can also be situated one axle differential and/or one transfer differential.
- [041] Within the range of an advantageous development, the input shaft can be, as needed, separated by a clutch element from the prime mover; it is possible to use as clutch element a hydrodynamic converter, a hydraulic clutch, a dry starting clutch, a wet starting clutch, a magnetic powder clutch or a centrifugal clutch. It is also possible to situate such starting element in power flow direction behind the transmission in which case the input shaft 1 is permanently connected with the crankshaft of the engine. According to the invention, it is also possible to start off by way of a shifting element of the transmission. The brake 04 is preferably used as starting element which is activated both in the first forward gear and in the first reverse gear.
- [042] The inventive multi-stage transmission further makes situating a torsional vibration damper between engine and transmission possible.
- [043] Within the scope of another embodiment of the invention (not shown), it is possible upon each shaft, preferably upon the input shaft 1 or the output shaft 2, to place a wear-free brake such as a hydraulic or electric retarder or the like, which is especially important for use in commercial motor vehicles. There can also be provided on each shaft, preferably on the input shaft 1 or the output shaft 2, a power take off unit for driving additional units.
- [044] The shifting elements used can be designed as power shiftable clutches or brakes. Force-locking clutches or brakes can especially be used, such as multi-disc clutches, band brakes and/or tapered clutches. Form-locking brakes and/or clutches can also be used as shifting elements, such as synchronizer units or dog clutches.
- [045] Another advantage of the multi-stage transmission here introduced is that upon each shaft an electric machine can be mounted as generator and/or as added prime mover.

[046]        The functional features of the claims can be constructionally designed in the most diverse manners. For the sake of simplicity, these practical possible designs have not been explicitly described. But every constructional design of the invention, especially every spatial arrangement of the planetary gear sets and of the shifting elements, or relative to each other and insofar as technically significant, obviously fall under the scope of protection of the claims.



Reference numerals

1 shaft	P1 planetary gear set
2 shaft	P2 planetary gear set
3 shaft	P3 planetary gear set
4 shaft	An input
5 shaft	Ab output
6 shaft	i ratio
7 shaft	$\phi$ ratio range
03 brake	G housing
04 brake	
14 clutch	
36 clutch	
56 clutch	
57 clutch	

## CLAIMS

1. Multi-stage transmission in planetary design, particularly an automatic transmission for a motor vehicle, comprising one input shaft (1) and one output shaft (2) located in one housing (G), three single-web planetary gear sets (P1, P2, P3), at least seven rotatable shafts (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), the same as at least six shifting elements (03, 04, 14, 36, 56, 57), including brakes and clutches, the selective engagement of which produces different reduction<sup>i</sup> ratios between the input shaft (1) and the output shaft (2) so that eight forward gears and two reverse gears can be implemented, characterized in that the input results by one shaft (1) permanently connected with one element of the planetary gear set (P1), that the output results via one shaft (2) permanently connected with the ring gear of the second planetary gear set (P2) and the ring gear of the third planetary gear set (P3), that one shaft (3) is permanently connected with one other element of the first planetary gear set (P1), that one shaft (4) is permanently connected with the web of the second planetary gear set (P2) and the web of the third planetary gear set (P3), that one shaft (5) is permanently connected with the ring gear of the first planetary gear set (P1), that one shaft (6) is permanently connected with the sun gear of the second planetary gear set (P2), that one shaft (7) is permanently connected with the sun gear of the third planetary gear set (P3), wherein the shaft (3) is attachable to the housing (G) by one brake (03), the shaft (4) is attachable to the housing (G) by one brake (04), one clutch (14) detachable interconnects the shaft (1) and the shaft (4), one clutch (36) detachably interconnects the shaft (3) and the shaft (6), one clutch (56) detachably interconnects the shaft (5) and the shaft (6) and one clutch (57) detachably interconnects the shaft (5) and the shaft (7).

2. Multi-stage transmission according to claim 1, characterized in that the shaft (1) is permanently connected with the sun gear of the first planetary gear set (P1) and that the shaft (3) is permanently connected with the web of the first planetary gear set (P1).

3. Multi-stage transmission according to claim 1, characterized in that the shaft (1) is permanently connected with the web of the first planetary gear set (P1)

and that the shaft (3) is permanently connected with the sun gear of the first planetary gear set (P1).

4. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that the first planetary gear set (P1) and the third planetary gear set (P3) are designed as plus planetary gear sets and that the second planetary gear set (P2) is designed as minus planetary gear set.

5. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that the second planetary gear set (P2) and the third planetary gear set (P3) are combined as Ravigneaux planetary gear set with one common web and one common ring gear.

6. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that additional free wheels can be used on each adequate place.

7. Multi-stage transmission according to claim 6, characterized in that the free wheels are provided between the shafts (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) and the housing (G).

8. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that input and output are provided on the same side of the housing.

9. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that one axle and/or transfer differential is situated on the input side or on the output side.

10. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that the input shaft (1) can be separated from a prime mover by one clutch element.

11. Multi-stage transmission according to claim 10, characterized in that as clutch element is provided a hydrodynamic converter, a hydraulic clutch, a dry starting clutch, a wet starting clutch, a magnetic powder clutch, or a centrifugal clutch.

12. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that an external starting element, particularly according to

claim 11, can be located in flow direction behind the transmission, the input shaft (1) being fixedly connected with the crankshaft of the engine.

13. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that the starting off results by means of one shifting element of the transmission, the input shaft (1) being permanently connected with the crankshaft of the engine.

14. Multi-stage transmission according to claim 13, characterized in that the brake (04) can be used as shifting element.

15. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that one torsional vibration damper can be situated between engine and transmission.

16. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that one wear-free brake can be situated upon each shaft.

17. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that a power take-off can be situated upon each shaft to drive additional units.

18. Multi-stage transmission according to claim 17, characterized in that the power take-off can be situated upon the input shaft (1) or the output shaft (2).

19. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that the shifting elements are designed as power shiftable clutches or brakes.

20. Multi-stage transmission according to claim 19, characterized in that multi-disc clutches, band brakes and/or tapered clutches can be used.

21. Multi-stage transmission according to any one of claims 1 to 18, characterized in that form-locking brakes and/or clutches are provided as shifting elements.

22. Multi-stage transmission according to any one of the preceding claims, characterized in that an electric machine can be mounted upon each shaft as generator and/or as additional prime mover.